

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **03-049324**

(43)Date of publication of application : **04.03.1991**

(51)Int.Cl.

H04B 7/26

(21)Application number : **01-184267**

(71)Applicant : **WATSU ELECTRIC CO LTD**

(22)Date of filing : **17.07.1989**

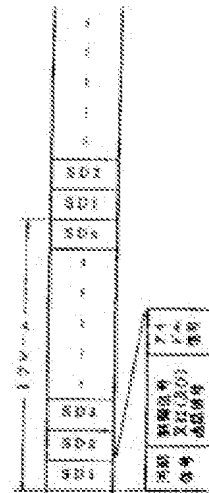
(72)Inventor : **ITO SADAO**

## (54) TIME DIVISION COMMUNICATION EQUIPMENT FOR COMMUNICATION OF TRAVELLING OBJECT

### (57)Abstract:

PURPOSE: To realize a system with high effective utilization of the frequency without same radio channel interference and adjacent radio channel interference or the like by supplying an idle slot of the time slot series in a radio channel already in use to a mobile radio equipment newly desiring the communication.

CONSTITUTION: When a handset of a telephone set section 101 is hooked off, a call control signal outputted from the telephone set section 101 is sent through a radio channel CH1. A control signal (0.2-4.0H) and a communication signal CHi (4.5-45kHz) are accommodated in a time slot SDi (i=2, 3,..., n). However, signals in each time slot are arranged in time series and signals in plural time slots are never simultaneously fed to a radio transmission circuit. The transmission of the control signal is limited to the time slot SUn only in this way and sent in a burst and the signal is not sent in other time band, then no adverse effect is given to on other communication.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-49324

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 04 B 7/26

識別記号  
1 0 5

庁内整理番号  
7608-5K

⑭ 公開 平成3年(1991)3月4日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全25頁)

⑮ 発明の名称 移動体通信の時間分割通信装置

⑯ 特 願 平1-184267

⑰ 出 願 平1(1989)7月17日

⑱ 発 明 者 伊 藤 貞 男 東京都杉並区久我山1丁目7番41号 岩崎通信機株式会社  
内

⑲ 出 願 人 岩崎通信機株式会社 東京都杉並区久我山1丁目7番41号

⑳ 代 理 人 弁理士 内田 公三

明 細 書

1. 発明の名称

移動体通信の時間分割通信装置

2. 特許請求の範囲

1. 複数のゾーンをそれぞれカバーしてサービス・エリアを構成する各無線基地手段(30)と、前記複数のゾーンを横切って移動し、前記無線基地手段と交信するためにフレーム構成のタイム・スロットに時間的に圧縮した区切られた信号をのせた無線チャネルを用いた各移動無線手段(100)との間の通信を交換するための関門交換手段(20)とを用いる移動体通信において、

前記無線基地手段が、

前記タイム・スロットの先頭部分に同期信号を、後尾部分にアイドル信号を付加して送信するための同期・アイドル手段(71, 73, 74)と、

先頭部分に同期信号を、後尾部分にアイドル信号を付加した受信信号のタイム・スロットから同

期信号および通信信号を分離するための分離手段(65, 66)と

を具備している移動体通信の時間分割通信装置。

2. 前記移動無線手段が、

前記タイム・スロットの先頭部分に同期信号を、後尾部分にアイドル信号を付加して送信するための同期・アイドル手段(171, 173, 174)と、

先頭部分に同期信号を、後尾部分にアイドル信号を付加した受信信号のタイム・スロットから同期信号および通信信号を分離するための分離手段(166, 167)と

を具備している請求項1記載の移動体通信の時間分割通信装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は移動体通信の時間分割通信装置に関する。さらに具体的には、ある無線チャネルが与えられ、これを用いてサービス・エリア内の多数の

移動無線機のうちの1つが対向する無線基地局と無線回線を設定して通信している最中に、他の移動無線機が同一無線チャネルを用いて通信を希望してきたとき、すでに通信中の移動無線機と無線基地局との間の通信に悪影響を及ぼすことなく、他の移動無線機と前記無線基地局との間で同一の無線チャネルを用いて独立の無線回線を設定することを可能とする同一無線チャネルの時間分割通信システムに対し、同一無線チャネル干渉もしくは隣接無線チャネル干渉の影響のない無線チャネル内におけるタイム・スロット割当を実施するのに適した装置に関する。

#### 〔従来の技術〕

従来の移動体通信においては、たとえば商用サービス中のNTT（日本電信電話（株））の自動車方式の中で採用されている。これを第10図により説明する。ある無線基地局13にはそのサービス・エリアであるゾーン14内に多数存在する各自動車内に搭載された複数の移動無線機15と同時に通信を行うために、複数の無線チャネルが

割当てられている。一方、各移動無線機15には多数の無線チャネルのうち1つを選択使用（マルチチャネル・アクセスと称する）可能な機能が具備されている。無線基地局13と通信を行う際には、移動無線機15から制御信号により無線基地局13を経由して多数の無線基地局13の無線チャネルの使用を決定する無線回線制御局12へ連絡し、そこからの指示に従い通信に使用する通話チャネル番号を定めて、スイッチSWを含む交換機11を介して電話網10の加入者と通信を行うようにシステム構成がなされている。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

この場合、もしある無線基地局に与えられている通話に供せられる無線チャネル数が10とすると、同一のサービス・エリア内の10個の移動無線機からの通信の要求に対しては別々の無線チャネルを割当てることが可能であるから通話を行うことは可能であるが、11番目に要求してきた移動無線機からの発呼要求に対しては、割当てべき無線チャネルがないために、発呼不能（呼損）

となっていた。以上は無線チャネルをアナログ信号の伝送に使用する場合の例であったが、音声デジタル変調した場合でも、シングル・チャネル・パー・キャリア（Single Channel per Carrier）SCPC、すなわち1つの搬送波に、それぞれ電話（通信）信号1個をのせて送信するシステムにおいても、前述の未解決の課題を有することになりはなかった。

#### 〔課題を解決するための手段〕

送信信号（ベースバンド信号）をあらかじめ定めた時間間隔単位に区切って記憶回路に記憶し、これを読み出すときには記憶回路に記憶する速度よりも $n$ 倍の高速により所定のタイム・スロットで読み出し、このタイム・スロットによって収容された信号で搬送波を角度変調または振幅変調して、時間的に断続して送受信するために移動無線機および無線基地局に内蔵されている、それぞれ対向して交信する受信ミキサを有する無線受信回路と、送信ミキサを有する無線送信回路と、無線受信回路の受信ミキサに印加するシンセサイザと

無線送信回路の送信ミキサに印加するシンセサイザとに対しスイッチ回路を設け、それぞれ印加するシンセサイザの出力を断続させ、かつこの断続状態を送受信ともに同期し、かつ対向して通信する無線基地局にも上記と同様の断続送受信を移動無線機のそれと同期させる方法を用い、かつ受信側では前記所定のタイム・スロットに収容されている信号のみを取り出すために、無線受信回路を開閉して受信し、復調して得た信号を記憶回路に記憶し、これを読み出すときにはこの記憶回路に記憶する速度の $n$ 分の1の低速度で読み出すことにより、送信されてきた原信号であるベースバンド信号の再生を可能とする装置を含むシステムを構築した。

また上記の区切られた信号を受信し復調する場合、タイム・スロット内に収容された信号の先頭部分および後尾部分が過渡現象により良好な品質を得ることが困難であるため、同期信号を先頭にアイドル信号を後尾部分に付加し、フレーム同期ならびにタイム・スロット同期を行わせるとも

に伝送信号には過渡現象による悪影響を回避することを可能とした。

この結果、システムに与えられた全無線チャンネルが使用中であっても、各無線チャンネルにそれぞれ時間分割されたタイム・スロット内は、通信に使用されていない空スロットがあれば、新しく発呼を希望してきた移動無線機に対しても発呼が可能となり、同一無線チャンネル干渉や隣接無線チャンネル干渉等の妨害もなく、周波数の有効利用度の高いシステムの実現が可能となった。

#### 〔作用〕

無線基地局とそのサービス・エリア内に多数の移動無線機が存在し、その任意の数の移動無線機が無線基地局と交信可能とするために、1つの無線チャンネルが時間的に複数のタイム・スロット系列に分割されており、これらタイム・スロット系列の1つを選択して、これを用いて通信することが可能なシステム構築がなされた。1つの移動無線機が無線基地局と通信中に他の移動無線機がこの無線基地局に対し送信してきた場合に、新しく

通信を希望した移動無線機に対しては、すでに使用中の無線チャンネルにおいて、タイム・スロット系列のうちの未使用の1つを与えて、前記無線基地局との間で交信を可能とすることにより、前記複数組の通信が互いに他に妨害を与えることなく、かつ自己の通信に対しても悪影響を受けることなく、通信を実行することを可能とした。

#### 〔実施例〕

第1A図、第1B図および第1C図は、本発明の一実施例を説明するためのシステム構成を示している。

第1A図において、10は一般の電話網であり、20は電話網10と無線システムとを交換接続するための関門交換機である。30は無線基地局であり関門交換機20とのインタフェース、信号の速度変換を行う回路、タイム・スロットの割当てや選択をする回路、制御部などがあり、無線回線の設定や解除を行うほか、移動無線機100(100-1~100-n)と無線信号の授受を行う無線送受信回路を有している。

ここで、関門交換機20と無線基地局30との間には、通話チャンネルCH1~CHnの各通話信号と制御用の信号を含む通信信号22-1~22-nを伝送する伝送線がある。

第1B図には、無線基地局30との間で交信をする移動無線機100の回路構成が示されている。アンテナ部に受けた制御信号や通話信号などの受信信号は受信ミキサ136と受信部137を含む無線受信回路135に入る。

ここで、受信部137の内部構成を第1D図に示し説明する。図において、受信ミキサ136よりの出力は中間周波増幅器(図示せず)により適当なレベルまで増幅された後、周波数弁別器165へ入力される。この出力はゲート回路166へ印加される。タイミング発生器142からのタイミング信号により制御されて、ゲート回路166がオンのとき、すなわち移動無線機100に必要な信号をとり込む場合にのみゲート回路166が開かれ、同期信号・通信信号分離器167に入力される。ここで同期信号(もしくはアイドル信号)

と通信信号が分離され、同期信号はクロック再生器141へ、通信信号は過渡現象によるパルス性雑音の混入もなく速度復元回路138へそれぞれ入力される。

また、同期信号はパルス性雑音の影響は受けるが、冗長性をもたせることにより、この影響を除去することが可能である。なお接尾部分に付加するアイドル信号は信号としては不要であるが、システムによっては同期信号もしくは制御信号が加えられる場合もある。

第1B図において、クロック再生器141では、受信した信号中からクロックを再生して、それを速度変換回路131、速度復元回路138、制御部140とタイミング発生器142に印加している。

速度復元回路138では、受信信号中の圧縮されて区切られた通信信号の速度(アナログ信号の場合はピッチ)を復元して連続した信号として電話機部101および制御部140に入力している。電話機部101から出力される通信信号は、速度

変換回路131で通信信号を所定の時間間隔で区切り、その先頭部分に同期信号、後尾部分にアイドル信号が付加される。

ここで速度変換回路131の細部構成を第1E図に示し説明する。図において右方より電話機部101よりの出力が音声信号速度変換器172に入力される。そこで信号速度変換がなされ、その出力は、タイミング発生器142よりの出力により制御された同期・アイドル信号発生器171の出力と、スイッチ173を介して混合器174に印加されて混合されるが、このタイミングは制御部140からの制御信号によりスイッチ173のオン・オフにより制御される。この制御は第2A図(b)に示す、たとえば移動無線機100から無線基地局30への上り無線信号のタイム・スロットSU1内に収容された制御信号または(および)通信(話)信号の、先頭部分に同期信号が後尾部分にアイドル信号が付加され、かつ、これらの付加信号は、これに続く別の通信を行っている他の移動無線機が使用しているタイム・スロット

SU2の同期信号とオーバーラップや空白時間が全くないようなタイミングにより、スイッチ173がオン・オフされる。この結果、無線基地局30への入来信号としては、第2A図(b)に示すように時系列的にオーバーラップや空白なく直列に並べられることになる。なおシステムによっては、アイドル信号を付加するかわりに同期信号もしくは制御信号の付加される場合もある。

上記の処理を受けた速度変換回路131の出力は、その速度(アナログ信号の場合はピッチ)を高速(圧縮)にして、送信ミキサ133と送信部134とを含む無線送信回路132に印加され、送信信号はアンテナ部から送出されて、無線基地局30によって受信される。

このタイミング発生器142では、クロック再生器141からのクロックと制御部140からの制御信号により、送受信断続制御器123、速度変換回路131や速度復元回路138に必要なタイミングを供給している。

この移動無線機100には、さらにシンセサイ

ザ121-1および121-2と、切替スイッチ122-1、122-2と、切替スイッチ122-1、122-2をそれぞれ切替えるための信号を発生する送受信断続制御器123およびタイミング発生器142が含まれており、シンセサイザ121-1、121-2と送受信断続制御器123とタイミング発生器142とは制御部140によって制御されている。各シンセサイザ121-1、121-2には、基準水晶発振器120から基準周波数が供給されている。

第1C図には、無線基地局30が示されている。関門交換機20との間のnチャンネルの通信信号22-1~22-nは伝送路によってインタフェースをなす信号処理部31に接続される。

さて、関門交換機20から送られてきた通信信号22-1~22-nは、無線基地局30の信号処理部31へ入力される。信号処理部31では伝送損失を補償するための増幅器が具備されているほか、いわゆる2線-4線変換がなされる。すなわち入力信号と出力信号の混合分離が行われ、関

門交換機20からの入力信号は、信号速度変換回路群51へ送られる。また信号速度復元回路群38からの出力信号は、信号処理部31で入力信号と同一の伝送路を用いて関門交換機20へ送信される。上記のうち関門交換機20からの入力信号は多くの信号速度変換回路51-1~51-nを含む信号速度変換回路群51へ入力され、所定の時間間隔で区切って速度(ピッチ)変換を受ける。また無線基地局30より関門交換機20へ伝送される信号は、無線受信回路35の出力が、信号選択回路群39を介して、信号速度復元回路群38へ入力され、速度(ピッチ)変換されて信号処理部31へ入力される。

さて、無線受信回路35の制御または通話信号の出力はタイム・スロット別に信号を選択する信号選択回路39-1~39-nを含む信号選択回路群39へ入力され、ここで各通話チャンネルCH1~CHnに対応して通話信号が分離される。この出力は各チャンネルごとに設けられた信号速度復元回路38-1~38-nを含む信号速度復元回

路群3Bで、信号速度(ピッチ)の復元を受けた後、信号処理部31へ入力され、4線-2線変換を受けた後この出力は関門交換機20へ通信信号22-1~22-nとして送出される。

つぎに信号速度変換回路群51の機能を説明する。

一定の時間長に区切った音声信号や制御信号等の入力信号を記憶回路で記憶させ、これを読み出すときに速度を変えて、たとえば記憶する場合のたとえば15倍の高速で読み出すことにより、信号の時間長を圧縮することが可能となる。信号速度変換回路群51の原理は、テープ・レコーダにより録音した音声や高速で再生する場合と同じであり、実際には、たとえば、CCD(Charge Coupled Device)、BBD(Bucket Brigade Device)が使用可能であり、テレビジョン受信機や会話の時間軸を圧縮あるいは伸長するテープ・レコーダに用いられているメモリを用いることができる(参考文献:小坂 他 “会話の時間軸を圧縮/伸長するテープ・レコーダ” 日経エ

レクトロニクス 1976年7月26日 92~133頁)。

信号速度変換回路群51で例示したCCDやBBDを用いた回路は、上記文献に記載されているごとく、そのまま信号速度復元回路群38にも使用可能で、この場合には、クロック発生器41からのクロックと制御部40からの制御信号によりタイミングを発生するタイミング発生器42からのタイミング信号を受けて、書き込み速度よりも読み出し速度を低速にすることにより実現できる。

関門交換機20から信号処理部31を經由して出力された制御または音声信号は信号速度変換回路群51に入力され、速度(ピッチ)変換の処理が行われたのちにタイム・スロット別に信号を割当てる信号割当回路群52に印加される。この信号割当回路群52はバッファ・メモリ回路であり、信号速度変換回路群51から出力された1区切り分の高速信号をメモリし、制御部40の指示により与えられるタイミング発生回路42からのタイ

ミング情報で、バッファ・メモリ内の信号を読み出しするとともに、後述のような方法により同期信号を付加した後、無線送信回路32へ送信する。この結果、通信信号チャネル対応でみた場合には、時系列的にオーバーラップなく直列に並べられており、後述する制御信号または通話信号が全実装される場合には、あたかも連続信号波のようになる。

この圧縮した信号の様子を第2A図および第2B図に示し説明する。

信号速度変換回路群51の出力信号は信号割当回路群52に入力され、あらかじめ定められた順序でタイム・スロットが与えられる。第2A図(a)のSD1、SD2…、SDnは、速度変換された通信信号が、それぞれタイム・スロット別に割当てられていることを示している。信号割当回路群52で、タイム・スロット内に収容された信号の先頭部分に同期信号を、後尾部分にアイドル信号を付加する方法を第1F図を用いて説明する。

第1F図の左方より信号速度変換回路群51のそれぞれの出力が対応する信号割当回路群52に含まれた各混合器74-1~74-nに入力される。一方、各混合器74-1~74-nには、タイミング発生回路42よりのタイミング信号を受けた同期・アイドル信号発生器71からの出力が、スイッチ群73に含まれたスイッチ73-1~73-nを介して加えられるが、このタイミングは、制御部40からの制御信号によりオン・オフが行われるスイッチ73-1~73-nにより決定される。たとえば、スイッチ群73に含まれた混合器74-1~74-nのうちの74-1へは、第2A図(a)の下りタイム・スロットSD1に示される制御信号または(および)通話信号の、先頭に同期信号が後尾部分にアイドル信号が付加され、かつ、これらの付加信号は、これに続く別の通信に使用されるタイム・スロットSD2の同期信号とオーバーラップや空白時間が全くないようなタイミングにより、スイッチ73-1がオン・オフされる。この結果、第2A図(a)に示すよう

に時系列的にオーバーラップや空白なく直列に並べられることになる。

ここで、1つのタイム・スロットの中は図示のごとく、同期信号と制御信号または(および)通話信号が収容されている。通話信号が実装されていない場合は、同期信号だけで通話信号の部分は空スロット信号が加えられる。このようにして、第2A図(a)に示すように、無線送信回路32においては、タイム・スロットSD1~SDnで1フレームをなす信号が変調回路に加えられる事になる。

この時系列化された多重信号は、無線送信回路32において、振幅または角度変調されたのちに、アンテナ部より空間へ送出される。

電話の発着呼時において通話に先行して無線基地局30と移動無線機100との間で行われる制御信号の伝送については、電話信号の帯域内または帯域外のいずれを使用する場合も可能である。第3A図はこれらの周波数関係を示す。すなわち図(a)においては帯域外信号の例であり、図の

ごとく、低周波側(250Hz)や高周波側(3850Hz)を使用することができる。この信号は、たとえば通話中に制御信号を送りたい場合に使用される。

第3A図(b)においては、帯域内信号の例を示しており、発着呼時において使用される。

上記の例はいずれもトーン信号の場合であったが、トーン信号数を増したり、トーンに変調を加え副搬送波信号とすることで多種類の信号を高速で伝送することが可能となる。

以上はアナログ信号の場合であったが、制御信号としてデジタル・データ信号を用いた場合には、音声信号もデジタル符号化して、両者を時分割多重化して伝送することも可能であり、この場合の回路構成を第3C図に示す。第3C図は、音声信号をデジタル符号化回路91でデジタル化し、それとデータ信号とを多重変換回路92で多重変換し、無線送信回路32に含まれた変調回路に印加する場合の一例である。

そして対向する受信機で受信し復調回路におい

て第3C図で示したのと逆の操作を行えば、音声信号と制御信号とを別々にとり出すことが可能である。

一方移動無線機100から送られてきた信号は、無線基地局30のアンテナ部で受信され、無線受信回路35へ入力される。第2A図(b)は、この上りの入力信号を模式的に示したものである。すなわち、タイム・スロットSU1, SU2, ..., SUNは、移動無線機100-1, 100-2, ..., 100-nからの無線基地局30宛の送信信号を示す。また各タイム・スロットSU1, SU2, ..., SUNの内容を詳細に示すと、第2A(b)の左下方に示す通り同期信号および制御信号または通話信号より成り立っている。ただし、無線基地局30と移動無線機100との間の距離の小さい場合や信号速度によっては、同期信号を省略することが可能である。さらに、上記の上り無線信号の無線搬送波のタイム・スロット内での波形を模式的に示すと、第2B(c)のごとくなる。

さて、無線基地局30へ到来した入力信号のうち制御信号については、無線受信回路35から直ちに制御部40へ加えられる。ただし、速度変換率の大きさによっては、通話信号を同様の処理を行った後に信号速度復元回路群38の出力から制御部40へ加えることも可能である。また通話信号については、信号選択回路群39へ印加される。信号選択回路群39には、制御部40からの制御信号の指示により、所定のタイミングを発生するタイミング発生回路42からのタイミング信号が印加され、各タイム・スロットSU1~SUNごとに同期信号、制御信号または通話信号が分離出力される。

このプロセスを信号選択回路群39の内部構成を示す第1G図を用いて説明する。

同図の右方から無線受信回路35よりの出力、制御部40よりの制御信号、タイミング発生回路42よりの出力が、それぞれゲート回路65-1~65-nを含むゲート回路群65へ入力される。各ゲート回路65-1~65-nは、制御部40

よりの制御信号と、タイミング発生回路42の出力によりオン・オフされ、無線受信回路35の出力が同期信号(アイドル信号)・通信信号分離器66-1~66-nへ印加されるか否か決定される。すなわち、タイム・スロット(第2A図(b))のSU1の信号だけが同期信号・通信信号分離器66-1へ印加されるようにし、他の通信信号の混入を防止する。これと同様なことが別のタイム・スロット内信号においても第1G図の別の回路により行われ、これらの信号は同期信号・通信信号分離器66-1~66-nにより通信信号のみが取り出され、同期信号やアイドル信号は取り除かれて信号速度復元回路群38へ入力される。この回路は送信側の移動無線機100における速度変換回路131(第1B図)の逆変換を行う機能を有しており、これによって時間分割された原信号を復調する場合、過渡現象によるパルス性雑音の混入を防止可能となり、原信号は忠実に再生され関門交換機20宛に送信されることになる。

伝送されている場合を示している。この信号のうち制御信号(0.2~4.0KHz)と通話信号CH1(4.5~45KHzでSD1として表されている)がタイム・スロット、たとえばSD1に收容されているとする。他のタイム・スロットSD2~SDnに收容されている音声信号も同様である。

すなわち、タイム・スロットSDi(i=2, 3, ..., n)には制御信号(0.2~4.0KHz)と通信信号CHi(4.5~45KHz)が收容されている。ただし、各タイム・スロット内の信号は時系列的に並べられており、一度に複数のタイム・スロット内の信号が同時に無線送信回路32に加えられることはない。

これらの通話信号が制御信号とともに無線送信回路32に含まれた角度変調部に加えられると、所要の伝送帯域として、すくなくとも

$$f_c \pm 45 \text{ KHz}$$

を必要とする。ただし、 $f_c$ は無線搬送波周波数である。ここでシステムに与えられた無線チャンネルが複数個ある場合には、これらの周波数間隔の

以下本発明における信号空間を伝送される場合の態様を所要伝送帯域や、これと隣接した無線チャンネルとの関係を用いて説明する。

第1C図に示すように、制御部40からの制御信号は信号割当回路群52の出力と平行して無線送信回路32へ加えられる。ただし、速度変換率の大きさによっては通話信号と同様の処理を行った後、信号割当回路群52の出力から無線送信回路32へ加えることも可能である。つぎに移動無線機100においても、第1B図に示すごとく無線基地局30の機能のうち通話路を1チャンネルとした場合に必要とされる回路構成となっている。原信号たとえば音声信号(0.3KHz~3.0KHz)が信号速度変換回路群51(第1C図)を通った場合の出力側の周波数分布を示すと第3B図に示すごとくになる。すなわち前述のように音声信号が15倍に変換されるならば、信号の周波数分布は第3B図のごとく4.5KHz~45KHzに拡大されていることになる。同図においては、制御信号は音声信号の下側周波数帯域を用いて同時

制限から信号速度変換回路群51による信号の高速化は、ある値に限定されることになる。複数個の無線チャンネルの周波数間隔を $f_{rep}$ とし、上述の音声信号の高速化による最高信号速度を $f_H$ とすると両者の間には、つぎの不等式が成立する必要がある。

$$f_{rep} > 2f_H$$

一方、ディジタル信号では、音声は通常64kb/s程度の速度でディジタル化されているからアナログ信号の場合を説明した第3B図の横軸の目盛を1桁程度引上げて読む必要があるが、上式の関係はこの場合にも成立する。

また、移動無線機100より無線基地局30へ入来した制御信号は、無線受信回路35へ入力されるが、その出力の一部は制御部40へ入力され、他は信号選択回路群39を介して信号速度復元回路群38へ送られる。そして後者の制御信号は送信時と全く逆の速度変換(低速信号への変換)を受けた後、一般の電話網10に使用されているのと同様の信号速度となり信号処理部31を介して



関門交換機20へ送られる。

つぎに、本発明によるシステムの発着呼動作に関し、音声信号の場合を例にとって説明する。

#### (1) 移動無線機100からの発呼

第4A図および第4B図に示すフローチャートを用いて説明する。

移動無線機100の電源をオンした状態にすると、第1B図の無線受信回路135では、下り(無線基地局30→移動無線機100)無線チャネル(チャネルCH1とする)に含まれている制御信号の捕捉を開始する。もしシステムに複数の無線チャネルが与えられている場合には、

- i) 最大の受信入力電界を示す無線チャネル
  - ii) 無線チャネルに含まれている制御信号により指示される無線チャネル
  - iii) 無線チャネル内のタイム・スロットのうち空タイム・スロットのあるチャネル
- など、それぞれシステムに定められている手順にしたがい無線チャネル(以下チャネルCH1とす

この制御信号の送出はタイム・スロットSUnだけに限定され、バースト的に送られ他の時間帯には信号は送出されないから他の通信に悪影響を及ぼすことはない。ただし、制御信号の速度が比較的低速であったり、あるいは信号の情報量が大きく、1つのタイム・スロット内に収容不可能な場合には、1フレーム後またはさらに、次のフレームの同一タイム・スロットを使用して送信される。

タイム・スロットSUnを捕捉するには具体的にはつぎの方法を用いる。無線基地局30から送信されている制御信号には、第2A図(a)に示す通り、同期信号とそれに続く制御信号が含まれており移動無線機100はこれを受信することにより、フレーム同期が可能になる。さらにこの制御信号には、現在使用中のタイム・スロット、未使用のタイム・スロット(空タイム・スロット表示)などの制御情報が含まれている。システムによっては、タイム・スロットSDi(i=1, 2, ..., n)が他の通信によって使用されているとき

る)の受信状態にはいる。これは第2A図(a)に示されているタイム・スロットSDi内の同期信号を捕捉することにより可能である。制御部140では、シンセサイザ121-1に無線チャネルCH1の受信を可能とする局発周波数を発生させるように制御信号を送出し、また、スイッチ122-1もシンセサイザ121-1側に倒し固定した状態にある。

そこで、電話機部101の受話機をオフ・フック(発呼開始)すると(S201、第4A図)、第1B図のシンセサイザ121-2は、無線チャネルCH1の送信を可能とする局発周波数を発生させるような制御信号を制御部140から受ける。またスイッチ122-2もシンセサイザ121-2側に倒し、固定した状態になる。つぎに無線チャネルCH1を用い電話機部101から出力された発呼用制御信号を送出する。この制御信号は、第2A図(b)に示される周波数帯を用いられ、これを、たとえばタイム・スロットSUnを用いて送信される。

には、同期信号と通話信号しか含まれていない場合もあるが、このような場合でも未使用のタイム・スロットには通常同期信号と制御信号が含まれており、この制御信号を受信することにより、移動無線機100がどのタイム・スロットを使用して発呼信号を送出すべきかを知ることができる。

なお、すべてのタイム・スロットが使用中の場合には、この無線チャネルでの発呼は不可能であり、別の無線チャネルを探索して探索する必要がある。

第2B図(d)および(e)は、無線基地局30からの送信波形を模式的に示したものである。まず(d)において、無線基地局30からの送信信号は使用中のタイム・スロット、使用されていない空タイム・スロットの別なく送信されている場合を示している。ただし、空タイム・スロットにおいては、制御情報は1つのタイム・スロットの全時間をかけて送信されるのではなく、タイム・スロットの頭、すなわち最初の短時間、たとえ

ば1タイム・スロットの5%の時間内に送られ、残りの時間はただ無変調の搬送波のみが送出されていることを示している。

一方、第2B図(e)においては、空タイム・スロットには搬送波のみを含め、信号が全く送信されていない場合を示している。これは下記のようなシステムにおいて、同一チャネル干渉防止に有効である。すなわち、どのタイム・スロット内にも空スロット表示がなされていない場合があり、このときは、それに続く音声多重信号SD1, SD2, ..., SDnの有無を次々に検索し、空タイム・スロットを確認する必要がある。

さて本論にもどり、無線基地局30から、以上のいずれかの方法により送られてきた制御情報を受信した移動無線機100では、自己がどのタイム・スロットで発呼用制御信号を送出すべきか、その送信タイミングを含めて判断することができる。

そこで上り信号用のタイム・スロットSU<sub>n</sub>が空スロットと仮定すると、この空タイム・スロ

ットを使用することにし、発呼用制御信号を送出して無線基地局30からの応答信号から必要なタイミングをとり出して、バースト状の制御信号を送出することができる。

もし、他の移動無線機から同一時刻に発呼があれば呼の衝突のため発呼信号は良好に無線基地局30へ伝送されず再び最初から動作を再開する必要を生ずるが、この確率はシステムとしてみた場合には、十分に小さい値におさえられている。もし呼の衝突をさらに低下させるには、つぎの方法がとられる。それは移動無線機100が発呼可能な空タイム・スロットをみつけたとして、そのタイム・スロットを全部使用するのではなく、ある移動無線機には前半部、ある移動無線機には後半部のみを使用させる方法である。すなわち発呼信号として、タイム・スロットの使用部分を何種類かに分け、これを用いて多数の移動無線機を群別し、その各群に、それぞれその1つのタイム・スロット内の時間帯を与える方法である。別の方法は、制御信号の有する周波数を多種類作成し、こ

れを多数の移動無線機を群別し、その各群に与える方法である。この方法によれば周波数の異なる制御信号が同一のタイム・スロットを用いて同時に送信されても無線基地局30で干渉を生じることはない。以上の2つの方法を別々に用いてもよいし、併用すれば効果は相乗的に上昇する。

さて移動無線機100からの発呼用制御信号が良好に無線基地局30で受信され移動無線機100のID(識別番号)を検出したとすると(S202)、制御部40では、現在空いているタイム・スロットを検索する。移動無線機100に与えるタイム・スロットはSU<sub>n</sub>でもよいが、念のために検索を実行する。それは移動無線機100のほかに、他の移動無線機からの同時発呼に対応するためや、サービス種類やサービス区分に適したタイム・スロットを与えるためでもある。

この結果、たとえばタイム・スロットSD1が空いているとすると、移動無線機100に対し前記無線チャネルCH1のタイム・スロットSD<sub>n</sub>を用い下り制御信号によりタイム・スロット上り

(移動無線機100→無線基地局30)SU1、およびこれに対応する下り(無線基地局30→移動無線機100)SD1を使用するように指示する(S203)。これに応じて移動無線機100では、指示されたタイム・スロットSD1で受信可能な状態へ移行するとともに下りのタイム・スロットSD1に対応する上り無線チャネル用のタイム・スロットであるSU1(第2A図(b)参照)を選択する。このとき移動無線機100の制御部140においては、送受信断続制御器123を動作させ、スイッチ122-1および122-2を動作開始させる(S204)。それと同時にスロット切替完了報告を上りタイム・スロットSU1を用いて無線基地局30に送出し(S205)、ダイヤル・トーンを持つ(S206)。

この上り無線信号の無線搬送波のタイム・スロットSU1の状態を模式的に示すと第2B図(c)のごとくなる。無線基地局30には、タイム・スロットSU1のほかに、他の移動無線機100からの上り信号としてSU3やSU<sub>n</sub>が1フレーム

の中に含まれて送られてきている。

スロット切替完了報告を受信した無線基地局30では(S207)、発呼信号を関門交換機20に対し送出し(S208)、これを受けた関門交換機20では移動無線機100のIDを検出し、関門交換機20に含まれたスイッチ群のうちの必要なスイッチをオンにして(S209)、ダイヤル・トーンを送出する(S210、第4B図)。このダイヤル・トーンは、無線基地局30により転送され(S211)、移動無線機100では、通話路が設定されたことを確認する(S212)。この状態に移行したとき移動無線機100の電話機部101の受話器からダイヤル・トーンが聞えるので、ダイヤル信号の送出を始める。このダイヤル信号は速度変換回路131により速度変換され送信部134および送信ミキサ133を含む無線送信回路132より上りタイム・スロットSU1を用いて送出される(S213)。かくして、送信されたダイヤル信号は無線基地局30の無線受信回路35で受信される。この無線基地局30

りの無線チャネルのタイム・スロットSD1を用いて前記移動無線機100宛に送信される。前記移動無線機100では、無線チャネルCH1のタイム・スロットSD1において受信待機中であり無線受信回路135で受信され、その出力は速度復元回路138に入力される。この回路において送信の原信号が復元され、電話機部101の受話器に入力される。かくして、移動無線機100と一般の電話網10の内の一般電話との間で通話が開始されることになる(S216)。

終話は移動無線機100の電話機部101の受話器をオン・フックすることにより(S217)、終話信号と制御部140からのオン・フック信号とが速度変換回路131を介して無線送信回路132より無線基地局30宛に送出されるとともに(S218)、制御部140では送受信断続制御器123の動作を停止させかつ、スイッチ122-1および122-2をそれぞれシンセサイザ121-1および121-2の出力端に固定する。

では、すでに移動無線機100からの発呼信号に応答し、使用すべきタイム・スロットを与えるとともに、無線基地局30の信号選択回路群39および信号割当回路群52を動作させて、上りのタイム・スロットSU1を受信し、下りのタイム・スロットSD1の信号を送信する状態に移行している。したがって移動無線機100から送信されてきたダイヤル信号は、信号選択回路群39の信号選択回路39-1を通った後、信号速度復元回路群38に入力され、ここで原送信信号が復元され、信号処理部31を介して通話信号22-1として関門交換機20へ転送され(S214)、電話網10への通話路が設定される(S215)。

一方、関門交換機20からの入力信号(当初制御信号、通話が開始されれば通話信号)は、無線基地局30において信号速度変換回路群51で速度変換を受けた後、信号割当回路群52の信号割当回路52-1によりタイム・スロットSD1が与えられている。そして無線送信回路32から下

一方、無線基地局30の制御部40では、移動無線機100からの終話信号を受信すると関門交換機20宛に終話信号を転送し(S219)、スイッチ群(図示せず)のスイッチをオフして通話を終了する(S220)。同時に無線基地局30内の信号選択回路群39および信号割当回路群52を開放する。

以上の説明では無線基地局30と移動無線機100との間の制御信号のやりとりは信号速度変換回路群51、信号速度復元回路群38等を通さないとして説明したが、これは説明の便宜上であって、音声信号と同様に信号速度変換回路群51、信号速度復元回路群38、制御信号速度変換回路48や信号処理部31を通して何ら支障なく通信が実施可能である。

## (2) 移動無線機100への着呼

移動無線機100は電源をオンした状態で待機中とする。この場合移動無線機100からの発呼の項で説明したごとく、システムで定められてい

る手順にしたがった無線チャンネルCH1の下り制御信号を受信待機状態にある。

一般の電話網10より関門交換機20を経由して移動無線機100への着呼信号が無線基地局30へ到来したとする。これらの制御信号は通信信号22として音声信号と同様に、信号速度変換回路群51を通り、信号割当回路群52を介して制御部40(第1C図)へ伝えられる。すると制御部40では移動無線機100宛の無線チャンネルCH1の下りタイム・スロットのうちの空スロット、たとえばSD1を使用して移動無線機100の1D信号+着呼信号表示信号+タイム・スロット使用信号(移動無線機100からの送信には、たとえばSD1に対応するSU1を使用)を送出する。この信号を受信した移動無線機100では、無線受信回路135の受信部137より制御部140へ伝送される。制御部140では、この信号が自己の移動無線機100への着呼信号であることを確認するので電話機部101より呼出音を鳴動させると同時に、指示されたタイム・スロットSD

同様に、他の移動無線機から発(着)呼があれば上り無線信号として同一無線チャンネルの他のタイム・スロットを用いて無線基地局30宛に制御または通話信号が送出される。

以上説明した上り無線チャンネルに含まれている信号を数式に表現する。

第1B図の電話機部101の出力信号(または制御信号)であるデータあるいは音声信号(アナログまたはディジタル形式の信号に対して)は、つぎのように表現できる。

$$\mu(t) = \sum_{i=1}^n a_i \cos(\omega_i t + \theta_i) \quad (1)$$

また帯域外に存在する制御信号は、

$$\mu_c(t) = \sum_{i=n+1}^n a_i \cos(\omega_i t + \theta_i) \quad (2)$$

1. SU1で待機するように送受信断続制御器123を動作させるとともに、スイッチ122-1, 122-2のオン、オフを開始させる。かくて通話が可能な状態に移行したことになる。

つぎに本システムを用いて良好な状態で信号伝送が実行され、かつシステム内の他の無線チャンネルへ悪影響を与えることのないことを理論的に説明する。そのために、上り(移動無線機100が送信、無線基地局30が受信)無線信号を例にとる。

まず上り無線信号がすべて空線、すなわち全タイム・スロットとも使用されていない場合を想定する。発呼を希望した移動無線機100は、下り無線チャンネル内の、たとえばタイム・スロットSD1の制御信号により、移動無線機100が上り無線チャンネルの使用可能なタイム・スロット(たとえばタイム・スロットSD1)を選択済みで、タイミング発生回路142からの信号により無線送信回路132から制御信号(通話路が設定されれば通話信号)を無線基地局30宛に送出する。

ここで、 $a_i$  は振幅の大きさ、 $\omega_i$  は信号の角周波数、 $\theta_i$  は  $t=0$  のときの位相を表わす。 $m$ ,  $n$  は正の整数を表わす。

つぎに周波数変調の場合を説明するが、位相変調においても、また振幅変調においても本発明は同様に適用される。(1)式または(1)式および(2)式で搬送波を周波数変調すると、得られる変調波は、

$$I = I_0 \sin f(\omega + \mu(t)) dt \\ = I_0 \sin(\omega t + s(t)) \quad (3)$$

または、

$$I = I_0 \sin f(\omega + \mu(t) + \mu_c(t)) dt \\ = I_0 \sin(\omega t + s(t) + s_c(t)) \quad (4)$$

ただし、

$$s(t) = \sum_{i=1}^n m_i \sin(\omega_i t + \theta_i)$$

$$s_c(t) = \sum_{i=1}^n m_i \sin(\omega_i t + \theta_i)$$

$$m_i = a_i / \omega_i \quad (i = 1, 2, 3 \dots n)$$

(4) 式で示される  $s(t) + s_c(t)$  は一般的な形の伝送信号を表わすことになる。

さて、(3) 式または (4) 式を用いると、移動無線機 100 のアンテナから送出される無線信号は下式で示される。

$$\begin{aligned} I = & (I_{01}/n) [1 + 2 \sum_{m=1}^{\infty} (n/m\pi)] \\ & \times \sin(m\pi/n) \cos mpt] \\ & \times \sin(\Omega_1 t + s_1(t) + s_{c1}(t)) \end{aligned} \quad (5)$$

ただし  $n$  は 1 フレーム内のスロット (等時間間隔とする) 数、 $p$  は切替角周波数、 $m$  は正の奇数とする。

(5) 式は同一無線チャネルを使用する移動無線機 100 からの送信信号が 1 フレーム内のスロ

$$\begin{aligned} & \times \sin(m\pi/n) \\ & \times \cos mp \{t - 4\pi / (np)\}] \\ & \times \sin(\Omega_3 t + s_3(t) + s_{c3}(t)) \\ & + \dots \dots \\ & + (I_{0n}/n) [1 + 2 \sum_{m=1}^{\infty} (n/m\pi)] \\ & \times \sin(m\pi/n) \\ & \times \cos mp \{t - 2(n-1)\pi / (np)\}] \\ & \times \sin(\Omega_n t + s_n(t) + s_{cn}(t)) \end{aligned} \quad (6)$$

ただし、 $p$  は切替角周波数、 $m$  は正の奇数とし、 $n$  個の入力波に対する切替時間は等間隔とした。

また  $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_n$  は各移動無線機 100 から送信される搬送波周波数が同一無線チャネルではあるものの若干異なっているため別々の記号を用いた。 $s_i(t)$  や  $s_{ci}(t)$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) も同様である。

ット  $n$  個のうちの 1 個の場合であったが、全スロットが信号で実装されている状態、すなわち  $n$  個の移動無線機 100 が同一無線チャネルを用いて通信中とした場合に無線チャネルに含まれている信号の数式による表示は以下のごとくになる。

$$\begin{aligned} I = & (I_{01}/n) [1 + 2 \sum_{m=1}^{\infty} (n/m\pi)] \\ & \times \sin(m\pi/n) \cos mpt] \\ & \times \sin(\Omega_1 t + s_1(t) + s_{c1}(t)) \\ & + (I_{02}/n) [1 + 2 \sum_{m=1}^{\infty} (n/m\pi)] \\ & \times \sin(m\pi/n) \\ & \times \cos mp \{t - 2\pi / (np)\}] \\ & \times \sin(\Omega_2 t + s_2(t) + s_{c2}(t)) \\ & + (I_{03}/n) [1 + 2 \sum_{m=1}^{\infty} (n/m\pi)] \end{aligned}$$

第 1 A 図の無線基地局 30 から送信される無線信号は、(6) 式で表わされることになり、対向して通信している移動無線機 100 は、(6) 式の中で自身に必要な信号だけを第 1 B-1 図に示すタイミング発生器 142 や送受信断続制御器 123 を用いて選択受信することになる。いま、これを移動無線機 100-1 に対しては、第 2 A 図に示すタイム・スロット SD1 とすると (6) 式のうちの右辺第 1 項、すなわち右辺に示される信号となる。(5) 式は第 1 B-1 図の受信部 137 に含まれている振幅制限器を通過すると、下式に示すような形となる。

$$I = A \sin(\Omega_1 t + s_1(t) + s_{c1}(t)) \quad (5')$$

ただし、 $A$  は振幅で周波数や時間に関係しない。(5') 式が受信部 137 に含まれている周波数弁別器を通ると、復調出力として、

$$e(t) = \mu(t) + \mu_c(t)$$

を得る。そして、この出力を第 1 B-1 図の速度復元回路 131 を通せば、原信号が再生されるわ

けである。

以上は無線基地局30が送信し、移動無線機100が受信する場合を説明したが、移動無線機100が送信し、無線基地局30が受信する場合も同様に説明される。ただし、この場合は移動無線機100の場合のように移動無線機100自身に所要の信号だけ受信するのではなく、多数の移動無線機100から時系列的に送られてくる信号をすべて受信しなければならない点が異なっている。

以下、後述する隣接チャネル干渉などの影響を調べる上で必要となるので(6)式の変形を行う。

(6)式右辺は下式のように展開される。

$$\begin{aligned}
 I = & (I_{01}/n) [\sin \{ \Omega_1 t + U_1(t) \} \\
 & + (n/\pi) \sin(\pi/n) \\
 & \times [\sin \{ (\Omega_1 + p) t + U_1(t) \} \\
 & + \sin \{ (\Omega_1 - p) t + U_1(t) \} ] \\
 & + (n/3\pi) \sin(3\pi/n) \\
 & \times [\sin \{ (\Omega_1 + 3p) t + U_1(t) \} \\
 & - (6\pi/n)(n-1) \} \\
 & + \sin \{ (\Omega_1 - 3p) t + U_1(t) \} \\
 & + (6\pi/n)(n-1) \} ] \\
 & + \dots \dots \dots ] \\
 & + \dots \dots \dots \\
 & + (I_{0n}/n) [\sin \{ \Omega_n t + U_n(t) \} \\
 & + (n/\pi) \sin(\pi/n) \\
 & \times [\sin \{ (\Omega_n + p) t + U_n(t) \} \\
 & + \sin \{ (\Omega_n - p) t + U_n(t) \} ] \\
 & + (n/3\pi) \sin(3\pi/n) \\
 & \times [\sin \{ (\Omega_n + 3p) t + U_n(t) \} \\
 & - (6\pi/n)(n-1) \} \\
 & + \sin \{ (\Omega_n - 3p) t + U_n(t) \} \\
 & - (6\pi/n)(n-1) \} ] \\
 & + (n/5\pi) \sin(5\pi/n) \\
 & \times [\sin \{ (\Omega_n + 5p) t + U_n(t) \} \\
 & - (10\pi/n)(n-1) \} \\
 & + \sin \{ (\Omega_n - 5p) t + U_n(t) \} \\
 & - (10\pi/n)(n-1) \} ] \\
 & + \dots \dots \dots ]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \sin \{ (\Omega_1 - 3p) t + U_1(t) \} \\
 & + (6\pi/n)(n-1) \} ] \\
 & + (n/5\pi) \sin(5\pi/n) \\
 & \times [\sin \{ (\Omega_1 + 5p) t + U_1(t) \} \\
 & - (10\pi/n)(n-1) \} \\
 & + \sin \{ (\Omega_1 - 5p) t + U_1(t) \} \\
 & + (10\pi/n)(n-1) \} ] \\
 & + \dots \dots \dots ] \\
 & + (I_{02}/n) [\sin \{ \Omega_2 t + U_2(t) \} \\
 & + (n/\pi) \sin(\pi/n) \\
 & \times [\sin \{ (\Omega_2 + p) t + U_2(t) \} \\
 & + \sin \{ (\Omega_2 - p) t + U_2(t) \} ] \\
 & + (n/3\pi) \sin(3\pi/n) \\
 & \times [\sin \{ (\Omega_2 + 3p) t + U_2(t) \} \\
 & - (6\pi/n)(n-1) \} \\
 & + \sin \{ (\Omega_2 - 3p) t + U_2(t) \} \\
 & + (6\pi/n)(n-1) \} ] \\
 & + (n/5\pi) \sin(5\pi/n) \\
 & \times [\sin \{ (\Omega_2 + 5p) t + U_2(t) \} \\
 & - (10\pi/n)(n-1) \}
 \end{aligned}$$

(7)

ただし、

$$\begin{aligned}
 U_i(t) &= s_i(t) + s_{ci}(t) \\
 (i &= 1, 2, \dots, n)
 \end{aligned}$$

ここで(7)式をみると多くの搬送波を合成したものとなっていることがわかる。

以下システム構築上問題となる隣接無線チャネル干渉、同一無線チャネル干渉や伝送信号の遅延時間量について定量的な評価を行い本発明によるシステムが実用上何ら支障なく運用されることを説明する。

#### (1) 隣接無線チャネル干渉

1フレーム内のタイム・スロット数が10、音声多重度が10、1フレームの周期が100m秒とした場合を例にとり、大部分の信号成分は、1つのチャネル内にとどまり隣接チャネルへ及ぼす影響は極めて少ないことを、以下定量的に説明する。

(7)式において隣接無線チャネル干渉が最も大きくなるのは全実装すなわち全タイム・スロッ

トを使用中の場合であろう。また計算の便宜上各移動無線機100から送出される搬送波周波数 $\Omega_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) および伝送される信号 $U_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) について

$$\begin{aligned}\Omega_1 &= \Omega_2 = \dots = \Omega_n \\ U_1 &= U_2 = \dots = U_n\end{aligned}\quad (8)$$

とおいても、干渉量に及ぼす影響は無視される（実際はこの場合が起り得る場合の最大の干渉量となる）。

また、実際のシステムにおいては、

$$I_{01} = I_{02} = \dots = I_{0n} = I_0 \quad (8')$$

とおいてよいから、(7)式は下記のように表わされる。

$$\begin{aligned}I/n &= (I_0/n) \{ \sin(\Omega_1 t + U_1(t)) + (n/\pi) \sin(\pi/n) \\ &\times [\sin\{(\Omega_1 + p)t + U_1(t)\} \\ &+ \sin\{(\Omega_1 - p)t + U_1(t)\}] \\ &+ (n/3\pi) \sin(3\pi/n) \\ &- (I_0/n) \{ (n/\pi) \sin(\pi/n) \\ &+ (n/3\pi) \sin(3\pi/n) + \dots\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&- (I_0/n) \{ (n/\pi) \sin(\pi/n) \\ &+ (n/3\pi) \sin(3\pi/n) + \dots\end{aligned}\quad (10)$$

ただし、他の無線チャネルからみて上記の妨害電波の搬送周波数の位置は、 $p=0$ すなわち主搬送周波数を中心に上下にそれぞれ、

$$\pm p, \pm 2p, \pm 3p, \dots$$

離れた所にある。しかし計算上は最も影響の大きい所にあるものとして計算を続ける。

そこで、

$$\sin(\pi/n), \sin(3\pi/n), \sin(5\pi/n), \dots$$

の絶対値は1以下であるから(10)式は次式のようにおいてもよい（この結果電波干渉は大きく出る）。すなわち、これらをいづれも1とおくと(10)式は、

$$\begin{aligned}I/I_0 &= 1 + (n/\pi) \{ 1 + 1/3 \\ &+ 1/5 + \dots + 1/(2n-1) \\ &+ \dots\} \\ &+ (n/\pi) \{ 1 + 1/3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&\times [\sin\{(\Omega_1 + 3p)t + U_1(t) \\ &- (6\pi/n)(n-1)\} \\ &+ \sin\{(\Omega_1 - 3p)t + U_1(t) \\ &- (6\pi/n)(n-1)\}] \\ &+ (n/5\pi) \sin(5\pi/n) \\ &\times [\sin\{(\Omega_1 + 5p)t + U_1(t) \\ &- (10\pi/n)(n-1)\} \\ &+ \sin\{(\Omega_1 - 5p)t + U_1(t) \\ &- (10\pi/n)(n-1)\}] \\ &+ \dots\end{aligned}\quad (9)$$

(9)式に含まれている $p$ の値として、 $20\pi$ ラジアンすなわち周波数を10Hzとし、かつ搬送波の位相を無視し、エネルギー（電圧）を尖頭値で表わす（この結果妨害電波の影響を大きく評価することになる）と下式のようにになる。

$$\begin{aligned}I/n &= (I_0/n) \{ 1 \\ &+ (n/\pi) \sin(\pi/n) \\ &+ (n/3\pi) \sin(3\pi/n) + \dots\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&+ 1/5 + \dots + 1/(2n-1) \\ &+ \dots\end{aligned}\quad (11)$$

この(11)式の右辺第1項の1は主搬送波の成分をあらわし、第2項目の $(n/\pi) \{ \}$ は主搬送波の上側周波数帯域にある副搬送波成分をあらわし、第3項目の $(n/\pi) \{ \}$ は下側周波数帯域にある副搬送波成分をあらわしている。

(11)式に示される多数の搬送波のエネルギー分布を周波数軸上に示すと第5図のごとくなる。(11)式より無線チャネル内の保留される副搬送波エネルギー（振幅値）のうち、中心周波数の上下10KHz内にあるエネルギーと10~20KHz内にあるエネルギーを比較する。まず10KHz以内にあるエネルギー（電圧値） $E(10KHz)$ は

$$\begin{aligned}E(10KHz) &= (2n/\pi) \sum_{n=1}^{500} 1/(2n-1) \\ &\approx 2n/\pi \times 5.5506\end{aligned}\quad (12)$$

また、上下10~20KHz 内にあるエネルギーE (20 KHz) は

$$E(20\text{KHz}) = (2n/\pi) \sum_{n=501}^{1000} 1 / (2n-1) \\ \approx 2n/\pi \times 0.1421 \quad (13)$$

したがって

$$R = E(20\text{KHz}) / E(10\text{KHz}) \approx 0.0256 \quad (14)$$

すなわち約 1/40に減衰していることがわかる。同様に上下20~30KHz 内にあるエネルギーを求め同様に比較すると、0.00761すなわち約 1/130に減衰している。

以上の概算例は、多数の副搬送波の存在を強調して算定した結果であるが、それにもかかわらず送信出力の99%以上のエネルギーが自己の無線チャネルの伝送帯域内に存在し、残りの1%以下のエネルギーが他チャネルへ電波干渉を与える可能性のあることを示している。

するためである)について行くと、信号対妨害電波の比は30dB(電力比)となる。ところで一般の移動通信においては、同一チャネル干渉として許容し得るD/U(信号波対干渉波)値は24dB(電力比)とされているので、上記の計算値は十分な余裕をもって満足していることを示している。すなわち、本発明による送信波をパルス的に断続して動作させても、隣接チャネルに及ぼす電波干渉は無視可能であることがわかる。

以上の説明は移動無線機100からの場合であったが、同様に無線基地局30からの送信についても計算できて、その結果もほぼ同等である。ただし、無線基地局30からの送信の場合には、同期信号や制御信号のためのタイム・スロット内での使用条件が異なり、この分だけタイム・スロット内の使用周波数分布が異なるが、影響はわずかである。

## (II) 自己チャネル内干渉

自己チャネル内干渉が発生するのは無線送信回路の出力部に設定されている帯域フィルタある

(11)式を用いて隣接チャネルに対して妨害電波となり得る搬送波電力を求める。ただし、以下の計算においては隣接チャネルにおいてもフレーム構成は全く同様と仮定する。

第5図に示される隣接チャネルはチャネル間隔125KHz離れているものとし、このチャネル内に副搬送波の周波数75KHz ~175KHzの成分が妨害を与えるものとする、全電力は(11)式より

$$2n/\pi \sum_{n=3751}^{8751} 1 / (2n-1) = n \times 0.0027 \quad (15)$$

一方、主搬送波のエネルギー(これは隣接チャネルの主搬送波のエネルギーに等しい)は1であるから信号対妨害電波の比(以下D/Uと略する)は1/0.0027でありデシベルで表わせれば50dBとなる(ただし電力比)。

以上の計算はpが20πラジアン(10Hz)であったが、同様の計算をpが100Hzの場合(pを大きくするのは後述のように信号の遅延時間を短縮

いは断続回路の特性等のため(9)式で表現される送信パルスの高次波、すなわち搬送周波数が、

$$\Omega_1 \pm n\omega$$

のうち、nの大きい値を有する搬送波が出力されないことによる。この場合、空間に送出される信号波の理想的な包絡線の形状が矩形状(この内に搬送波が収容されている)とはならず、矩形状に多数の正弦波を重ねた形状の波形となる(波形としては第2B図(d)に示すようなビート状の包絡線を有する状態になる)。すると、この形状の信号成分が他のタイム・スロットへ入り込むことになり、自己チャネル内干渉を引き起こす。

以下この影響を理論的に求める。

タイム・スロットSD1とSD2を通信Aと通信Bで使用するとする(第2B図(d))。通信Aが通信Bへ影響を及ぼす妨害波は(7)式を参考にして数式で表現すると下式のようなになる。

$$A = \sum_{m>0} n / ((2m+1)\pi)$$



$$\begin{aligned} & \times \sin \{ (2m+1) \pi / n \} \{ \cos \{ ( \Omega \\ & + (2m+1) p ) t + U(t) \} \\ & - \cos \{ ( \Omega - (2m+1) p ) t \\ & + U(t) \} \} \end{aligned}$$

(16)

(16)式を具体的に求めることは、すでに(Ⅰ)隣接無線チャンネル干渉の節で行ったのと同じ数値計算をすればよいことになる。したがって無線送信回路32に含まれた濾波回路の特性を広帯域にとり、 $m_0$ として、たとえば、1000(100Hz×1000=100KHz)以上にすると自己チャンネル内干渉の影響は無視することが可能となる。実際の回路では、この条件は容易に満足することが可能である。

### (Ⅲ) 同一チャンネル干渉

同一チャンネル干渉が発生するのは、本発明を小ゾーン方式に適用した場合に、ある無線ゾーンで使用中の無線チャンネルへ場所的に異なる他のゾーンで使用される同一無線チャンネルの電波が混入してくることにより発生する。

いると、かなり安全サイドに出ることが予想される。

しかしながら、以上の方法とは異なる本発明による方法を用いることにより、同一チャンネル干渉を実質的に無視し得る程度に除去することが可能となる。

いま、システムに与えられた無線チャンネル数をNとし、これを第2A図に示すように信号を時間分割して周波数(位相)変調することにより、無線チャンネルへ載せる。ここで1フレーム内に含まれるスロットの数をnとする。nは任意の数でよいが、くり返し数の倍数にしておいた方が説明が容易であるから、 $n=14$ とする。また、くり返し数は第6図に示す以外に、12, 19, …といった値でもよいことは当然である。さて、この場合、1ゾーン当り2スロットが割当られ、これを各ゾーン毎に第7図のごとく時系列的に配置する。ただしシステムによっては、第2B図(d)に示すごとく、空タイム・スロットに若干の制御信号と無変調の搬送波の出されている場合があるが、

第6図には各無線基地局30がカバーする小ゾーンが正六角形で示されており、その中心に各無線基地局30が配置されている。この例では、1~7に配置された各無線基地局は互いに異なる無線チャンネルを使用し、くり返し数7の場合を示している。

第6図において、同一無線チャンネルを使用する2つの無線基地局30間の距離(正六角形1の中心より他の正六角形1の距離のうち最短のもの)をdとすると、許容されるD/Uの値(希望波入力レベルD対干渉妨害波入力レベルUの比の値)を求める必要がある。そのためには、システムに使用する周波数や送信出力(無線ゾーンの大きさ)、電波伝搬状態がわかれば、D/U値は求められる。従来のアナログ・システムでは、このようにして得られたD/U値に対し、干渉値は公知であるが、本発明では変調のメカニズムが全く異なるから、従来技術の適用は不可能であり、実際にシステムを構築して実測してみないと、正確には求められない。ただし、従来のD/U許容数値を用

無干渉条件を満足するには種々の制約が出てくるので、以下においては、第2B図(e)に示す送信波形をとるものとする。

さて、第2B図(e)に示す場合、同一無線チャンネルは各小ゾーンで使用されるが、使用されるスロットが第7図のごとく時間的に異なっているため、小ゾーン1~7の間においては、同一チャンネル干渉は発生しないことは明らかである。もっとも、これ以外のゾーンでは、図示のゾーン1は第6図のごとく各位置に点在するが、これ等は、互いに離れているため、通常は妨害を与えることはない。ただし、各無線基地局30から送信される信号は、関門交換機20から送られてくる同期信号により、全タイム・スロットにわたり同時刻に行われる必要がある。

以上の説明で明らかなように、本発明による無線チャンネル内タイム・スロットの割当方法を用いると、同一無線チャンネル干渉妨害が無視されることがわかる。

### (Ⅳ) 伝送信号の遅延時間の影響

送受信端（送受信端末）において大きな伝送遅延が発生するのは、つぎの要因である。

- i) 送信ベースバンド信号を一定間隔に区切り、これを記憶回路（たとえばBBD、CCD）に貯える。
- ii) 受信端（受信端末）において受信した信号を1スロットごとに区切り、これを記憶回路に貯える。
- iii) 送受信間の距離が離れていることによる信号伝送時間

その他、IF回路や送受信ミキサ回路、送受信フィルタ部等で発生する遅延時間は小さいので省略する。

以上のうちiii)は、たとえば前述の自動車電話では送受信間の距離はせいぜい約10km（有線区間は省略）あるから

$$10\text{km}/300000\text{km/sec} = 1/30 \text{ msec}$$

また、携帯電話では、一つの無線基地局の交信可能エリアを半径25m程度と極小ゾーン化した方式が提案されている（伊藤“携帯電話方式の提

案—究極の通信への一つのアプローチ”電子通信学会 技術報告 CS研究会 86年11月 CS86-88および“携帯電話方式” 特願昭62-64023）。

上記による携帯電話方式では、送受信間の距離は、せいぜい約100m（有線区間は省略）であるから、

$$100\text{m}/300000\text{km/sec} = 1/3000 \text{ msec}$$

である。したがってi)、ii)に比較して無視可能である。

さて、i)、ii)の遅延時間の発生を模式的に示すと第8A図および第8B図のごとくなる。

第8A図では、無線基地局30の信号速度変換回路群51中の信号速度変換回路51-1への入力（a）に示すように印加され、（時間は左方から右方へ流れている）速度（ピッチ）変換の単位であるTの間の信号Aを信号速度変換回路51-1でT/nに圧縮して（b）に示した出力の圧縮後の信号Aの後縁とが一致するように出力し、それが、（c）に示すように無線送信回路32か

ら出力される。これを受けた移動無線機100では、速度復元回路138の入力に（d）に示すタイミングで圧縮された信号Aを受けて、（a）に示す信号Aを復元して（e）に示すように出力している。ここで（a）の信号Aの前縁から（e）の信号Aの前縁までの遅延時間 $\tau_1$ はT-T/nである。ただし送信機出力部から空間伝送部および移動無線機100の受信部出力までの伝送時間は無視した。

第8B図では、無線基地局30の信号速度変換回路51-1への（a）に示す入力の信号Aは、その後縁の終了と同時にT/nに圧縮された出力の信号Aの前縁が出力されている。したがって、無線送信回路32の出力は（c）に示すようになり、これを受けた移動無線機100の速度復元回路138の入力は（d）に示すようになり、その圧縮された信号Aの後縁と同時に、n倍に時間伸長されて復元された（e）に示す信号Aの前縁が送出される。したがって、（e）に示されたもの

からT+T/n= $\tau_2$ だけ遅れた遅延時間 $\tau_2$ が生ずる。

第8A図に示した信号の処理をするための回路は、第8B図のそれよりも複雑なものになるが、遅延時間を少なくすることができる。一方、第8B図の場合は遅延時間はやや大きくなるが回路が簡単になる。

さて実際の通信、とくに音声通信など両方向通信においては、相手の応答を送話者は期待しているから、遅延時間は $\tau_1$ または $\tau_2$ の2倍をとる必要がある。実際の数値をあてはめてみる。たとえば送信信号の1タイム・スロット（1区切）を

$$T = 1/10 \text{ 秒}$$

時間圧縮係数n=10とすると、

$$2\tau_1 = 2 \times 1/10 (1 - 1/10)$$

$$= 18/100 = 0.18 \text{ 秒}$$

$$(180\text{m秒})$$

$$2\tau_2 = 2 \times 1/10 (1 + 1/10)$$

$$= 22/100 = 0.22 \text{ 秒}$$

$$(220\text{m秒})$$

となる。一方、衛星通信における遅延時間は約 250m 秒であるから、上記の値は衛星通信の場合と同程度と言うことになる。もし遅延時間を減少したいときは、ベースバンドにおけるタイム・スロット（1区切の時間間隔）を減少させればよい。すなわち、上記の例より  $T$  を減少させ、 $T = 1/100$  秒、時間圧縮係数  $n = 100$ 、とすると、

$$2\tau_1 = 2 \times 1/100 \times (1 - 1/100) \\ = 2 \times 99/10000 \approx 0.02 \text{ 秒} \\ \quad (20 \text{ m 秒})$$

$$2\tau_2 = 2 \times 1/100 \times (1 + 1/100) \\ = 202/10000 \approx 0.02 \text{ 秒} \\ \quad (20 \text{ m 秒})$$

具体的なシステムとしては、たとえば 1 フレーム内に同一移動端末に割当てたタイム・スロットの数を 10 個として他の通信のためのタイム・スロットを循環的に与えれば、上記の条件を満たすことが可能となる（1 フレームの時間を  $1/10$  にすればよい）。

以上はシステム設計により必然的に定められる

無線機と無線基地局 30 との距離差が 100 m あるので遅延時間差は、0.0003 msec となる。したがって、この場合は 1 MHz 以下の信号成分を有するシステムにおいては、無視することが可能となる。

#### (VI) 周波数有効利用率の算定

以上に説明した本発明によるパルス通信を用いた場合と、従来の FM 通信を用いた場合におけるシステムとしての周波数有効利用率を求める。変調信号は音声とし、通話回路を想定する。方式諸元として下記の値をとる。

##### 1) 本発明のパルス通信

1 無線チャンネルに 10 タイム・スロットすなわち音声 10 チャンネルを伝送可能とする。所要周波数帯域幅は、

$$3 \text{ KHz} \times 10 = 30 \text{ KHz}$$

ただし、音声信号は 0.3 ~ 3 KHz の帯域内に収容されているので、0.3 KHz 余計に見ているが、これは制御信号や同期信号あるいはアイドル信号に使用されるものとする。以上の多重信号

遅延時間量であり、この中で有線系の遅延時間は省略した。ただし有線系の遅延時間に関しては、補償が可能であるため、システムに大きな影響を及ぼすことはない。

以下システムに影響を及ぼす可能性のある遅延時間について説明する。それは、移動無線機 100 と無線基地局 30 との距離が各移動無線機の位置により異なるため、各移動無線機から送（受）信された通信信号を無線基地局 30 で受信した場合に、空間伝送距離が異なることによる各タイム・スロットのダブリや隙間の発生する可能性のあることである。

たとえば自動車電話の場合、移動無線機 100 が無線基地局 30 の近くに居り、他の移動無線機が無線基地局 30 から 10 km の距離に居たとすると、遅延時間差は前述のごとく  $1/30$  msec である。すなわちタイム・スロットは 0.03 msec 程度ダブル可能性があるので保護時間として 0.05 msec 程度設ける必要がある。

また携帯電話の場合、前述の例では 2 つの移動

を無線搬送波を用いて伝送するためには、保護バンドを設ける必要があり、その結果、第 9 図 (a) のように  $\pm 40 \text{ KHz}$  に設定する。これは、やや本発明に不利な値であり実際は、このように広いガードバンドは不要であるが比較のためこの値を用いる。

##### 2) 従来の FM 通信（音声 1 チャンネル／搬送波）の場合

1 無線チャンネルのベースバンド信号は、音声 1 チャンネルであるから所要周波数帯域幅は、

$$3 \text{ KHz} \times 1 = 3 \text{ KHz}$$

保護バンドとして  $\pm 8 \text{ KHz}$  が必要であり、無線搬送波間隔は、第 9 図 (b) に示すように 12.5 KHz（我が国では 25.0 MHz / 40.0 MHz 帯のコードレス電話等において、この規格が広く使われている。）であるから音声信号 10 チャンネルを同時伝送するためには、

$$12.5 \text{ KHz} \times 10 = 125 \text{ KHz}$$

必要であることがわかる。

以上 2 つのシステムを比較すると、本発明と従

来例とでは、

$$80:125=0.64$$

すなわち、本発明によるパルス通信ではSCPC (Single Channel per Carrier) に比較してわずか6割程度の周波数帯域で十分であることがわかる。

さらにチャネル数(同時通話者数)が増加し、たとえば、音声100チャネルで比較すると、本発明のパルス通信における所要周波数帯域幅は、

$$\begin{aligned} & (3\text{ KHz} \times 100 \\ & + 50 (\text{ガード・バンド}) \text{ KHz} ) \\ & \times 2 = 700 \text{ KHz} \end{aligned}$$

従来のFM通信(SCPC)では、

$$12.5\text{ KHz} \times 100 = 1250\text{ KHz}$$

2つのシステムを比較すると

$$700:1250=0.56$$

と、さらに本発明の優位性が増加する。

つぎに、最近欧州で盛んに研究されているTDMA (Time Division Multiple Access) を移動通信に適用した場合の周波数有効利用率と本発明と

を比較する。

3) DMS90システムの場合(参考文献:

F. Lindell他 "Digital Cellular Radio for the 1990s" Telecommunications P.254-265 Oct. 1987)

このシステムでは、伝送速度340Kビット/秒で音声10チャネル(1チャネルは16Kビット/秒)が多重伝送可能であるが、搬送波間隔(所要周波数帯域幅)は300KHzとなっている。

したがって、1)の本発明と3)のDMS90の周波数利用率の比は、

$$80:300=0.267$$

すなわちアナログ方式(SCPC)以上に本発明の優位性が顕著となる。

[発明の効果]

以上の説明から明らかなように、移動体通信システムに本発明を適用することにより、従来システムより周波数利用効率の高いシステム構築が可能である。また通常周波数の有効利用を高めるた

めに他の設計パラメータである、たとえば回線品質を左右する隣接チャネル干渉、同一チャネル干渉についても、各無線ゾーンで使用する無線チャネル内のタイム・スロットの割当を本文で説明した方法を用いることにより除去できるほか、伝送信号の遅延特性においても実効上無視し得る程度の値に設計可能であり、かつ時間分割された信号を復調する場合に発生する可能性のある、パルス性雑音も除去可能であるから、本発明の効果は極めて大である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1A図は本発明のシステムの概念を示す概念構成図、

第1B図は本発明のシステムに使用される移動無線機の回路構成図、

第1C図は本発明のシステムに使用される無線基地局の回路構成図、

第1D図は第1B図に示した回路の構成要素である受信部の詳細を示す回路構成図、

第1E図は第1B図に示した回路の構成要素である速度変換回路の詳細を示す回路構成図、

第1F図は第1C図に示した回路の構成要素である信号割当回路群の詳細を示す回路構成図、

第1G図は第1C図に示した回路の構成要素である信号選択回路群の詳細を示す回路構成図、

第2A図は本発明のシステムに使用されるタイム・スロットを説明するためのタイム・スロット構造図、

第2B図はタイム・スロットの無線信号波形を示す波形図、

第3A図および第3B図は通話信号および制御信号のスペクトルを示すスペクトル図、

第3C図は音声信号とデータ信号を多重化する回路構成図、

第4A図および第4B図は本発明によるシステムの発呼動作の流れを示すフローチャート、

第5図は本システムにおける隣接チャネルへの電波干渉を説明するためのスペクトル図、

第6図は本発明の適用される少ゾーン構成を示

す構成図、

第7図は本システムにおけるタイム・スロットの割当図、

第8A図および第8B図は本システムにおける信号の圧縮・伸長において発生する遅延時間を説明するためのタイミング・チャート、

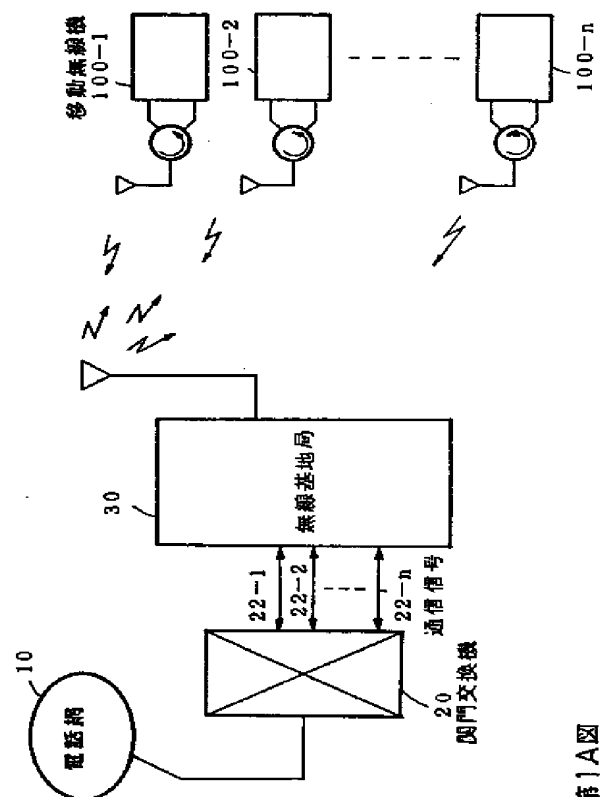
第9図は本システムおよび従来システムの所用帯域幅を説明するためのスペクトル図、

第10図は従来のシステムを説明するための概念構成図である。

- 10…電話網                      20…関門交換機  
22-1~22-n…通信信号  
30…無線基地局  
31…制御・通話信号処理部  
32…無線送信回路      35…無線受信回路  
38…信号速度復元回路群  
38-1~38-n…送信速度復元回路  
39…信号選択回路群      40…制御部  
41…クロック発生器

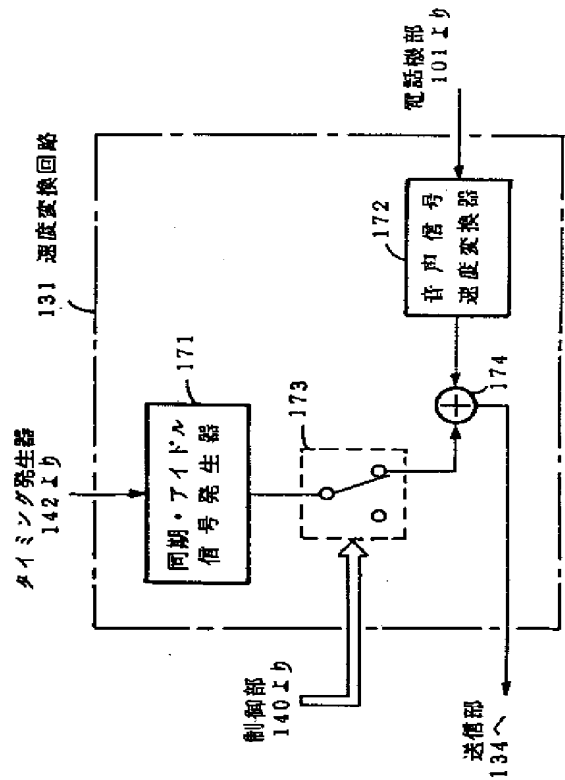
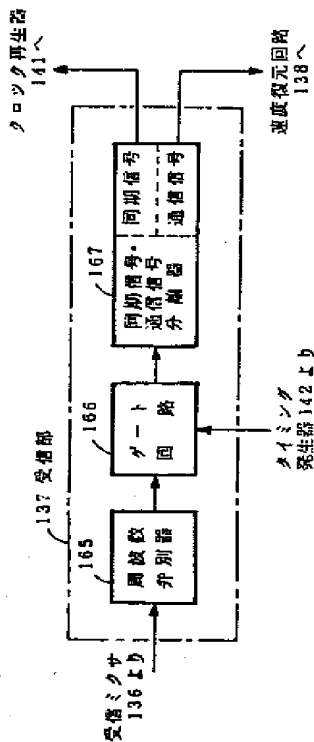
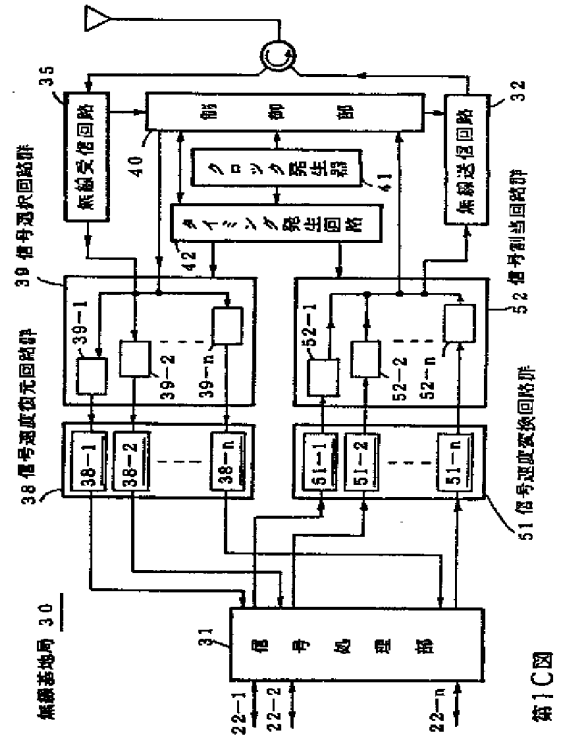
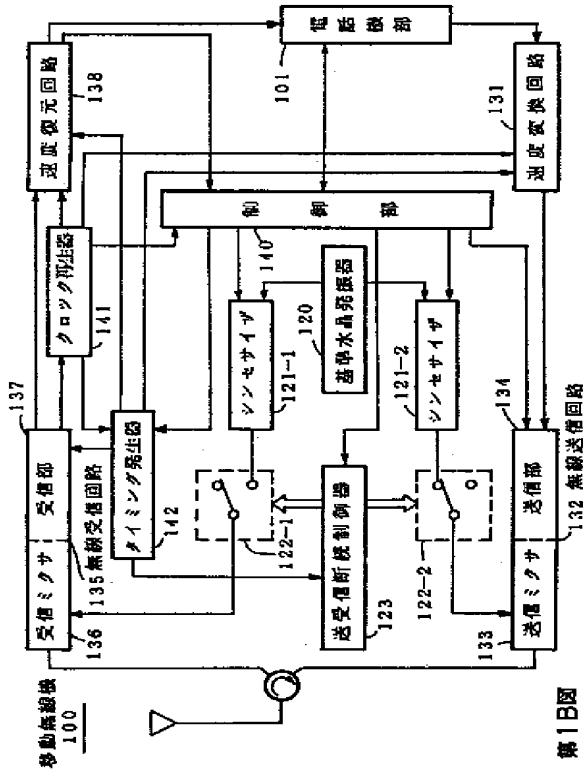
- 131…速度変換回路  
132…無線送信回路      133…送信ミキサ  
134…送信部              135…無線受信回路  
136…受信ミキサ      137…受信部  
138…速度復元回路  
141…クロック再生器  
142…タイミング発生器  
165…周波数弁別器      166…ゲート回路  
167…同期信号・通信信号分離器  
171…同期・アイドル信号発生器  
172…音声信号・速度変換器  
173…スイッチ              174…混合器。

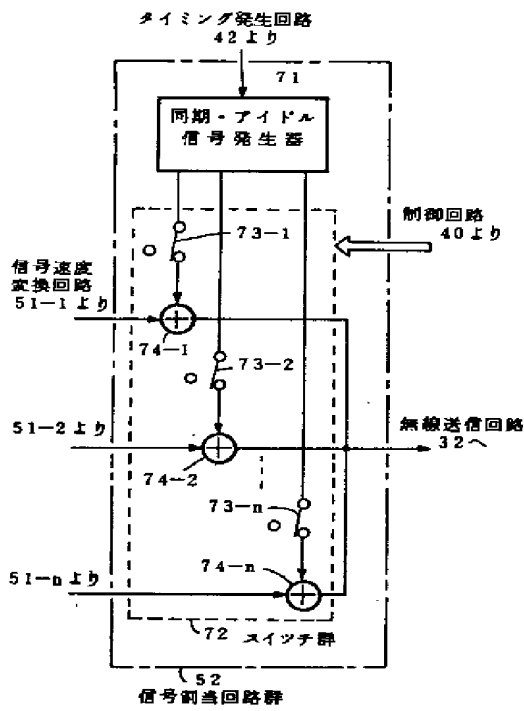
- 42…タイミング発生回路  
51…信号速度変換回路群  
51-1~51-n…信号速度変換回路  
52…信号割当回路群  
52-1~52-n…信号割当回路  
65…ゲート回路群  
65-1~65-n…ゲート回路  
66-1~66-n…同期信号・通信信号分離器  
71…同期・アイドル信号発生器  
73…スイッチ群  
73-1~73-n…スイッチ  
74-1~74-n…混合器  
91…デジタル符号化回路  
92…多重変換回路  
100, 100-1~100-n…移動無線機  
101…電話機部  
120…基準水晶発振器  
121-1, 121-2…シンセサイザ  
122-1, 122-2…スイッチ  
123…送受信断続制御器



第1A図

代理人      内 田 公 三





第1 F 図

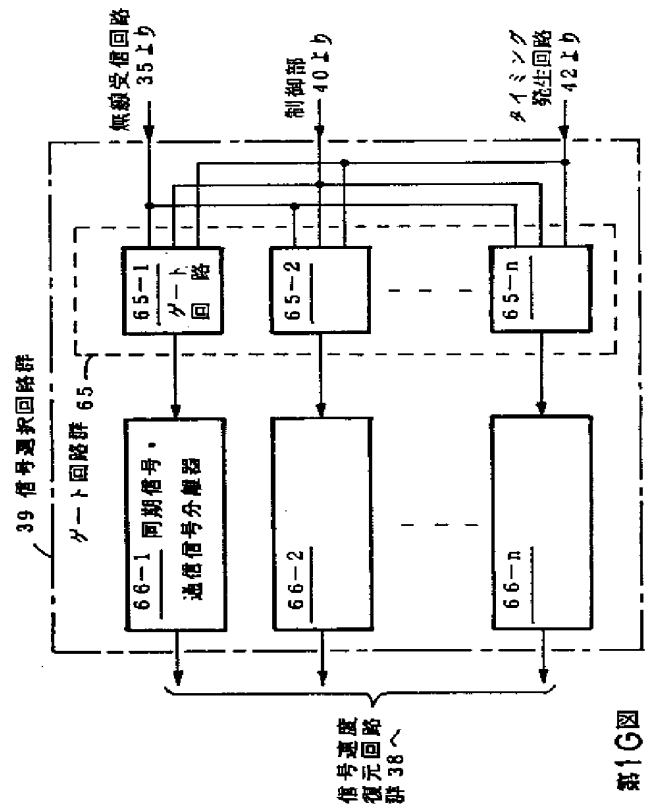
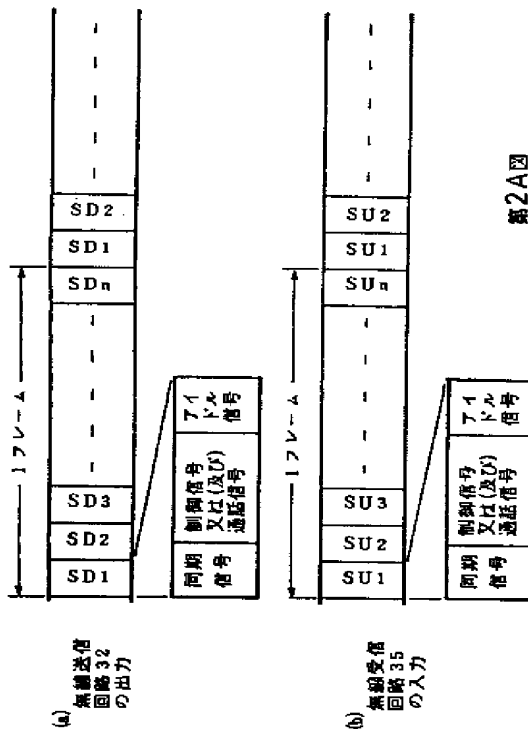


圖 1-6



第2A图

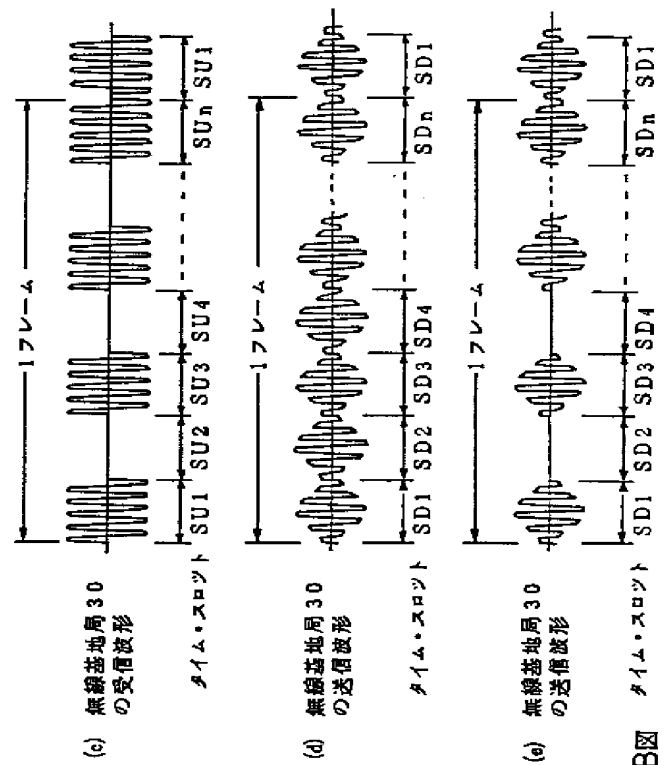


表 2B 图





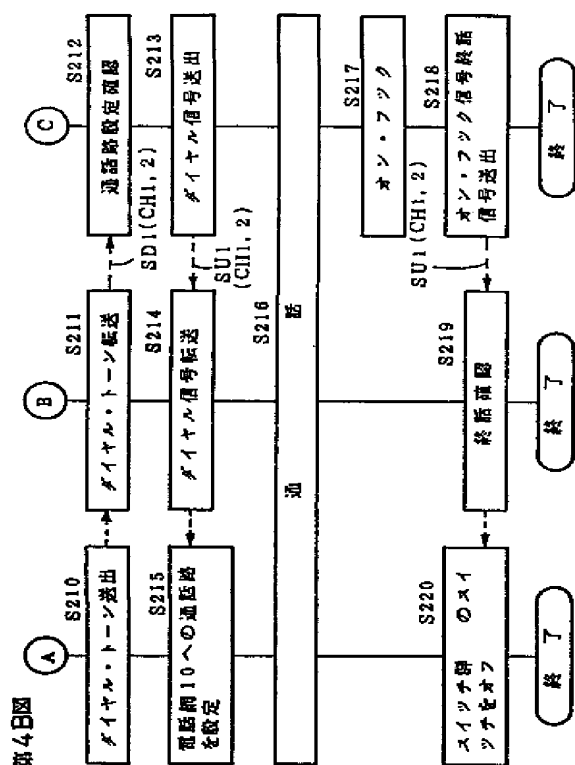
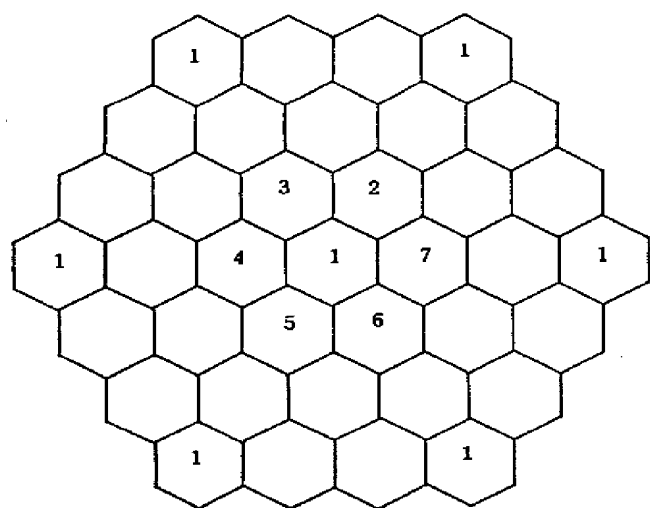
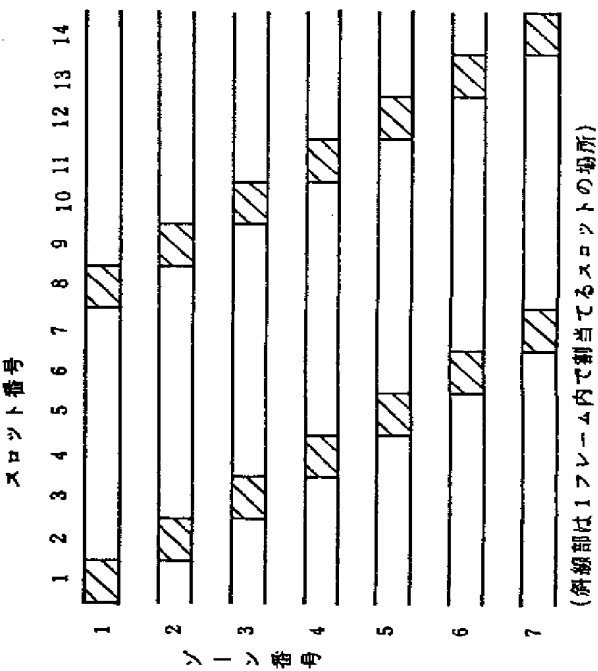


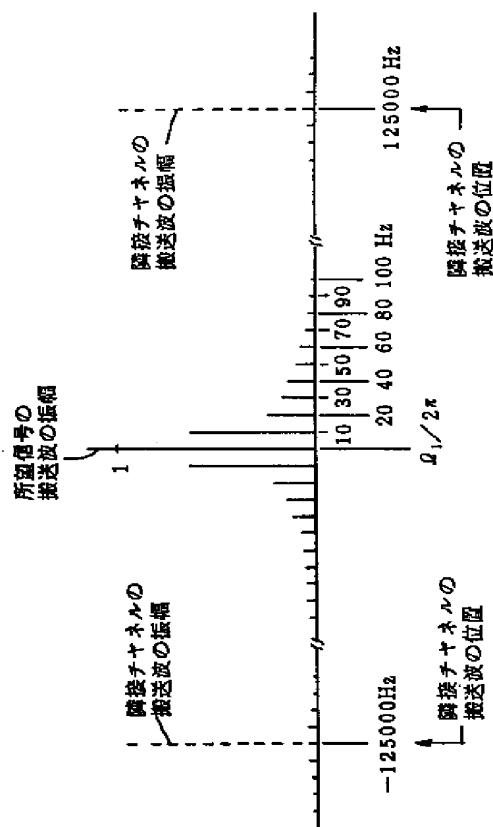
图 7-7 续



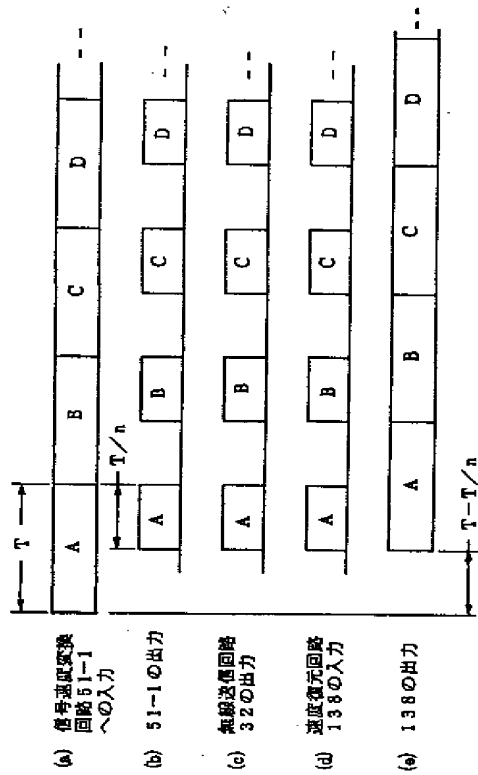
第 6 图



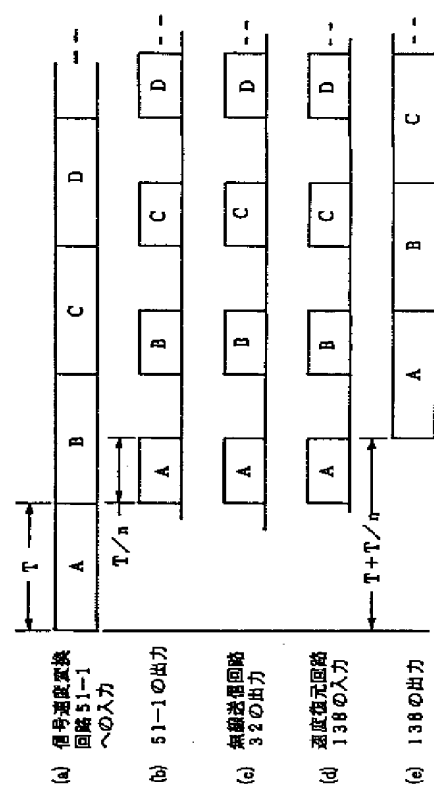
區  
7  
條



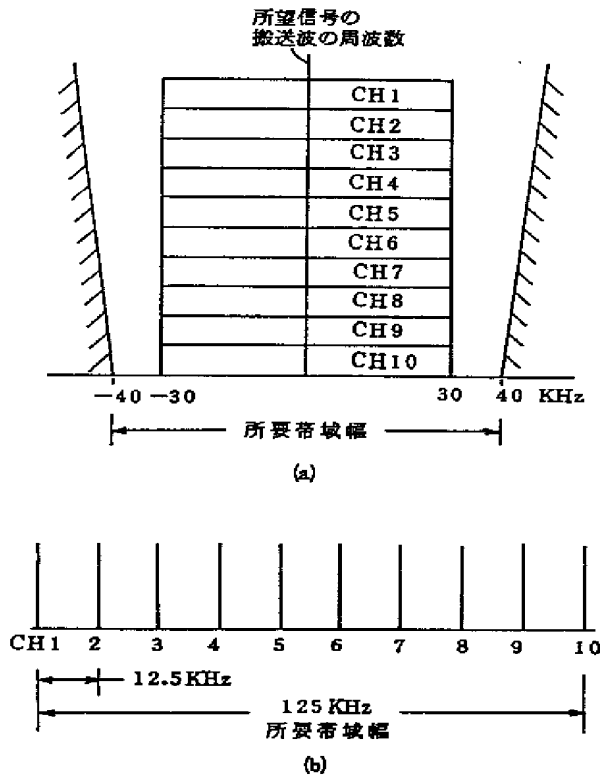
因山抹



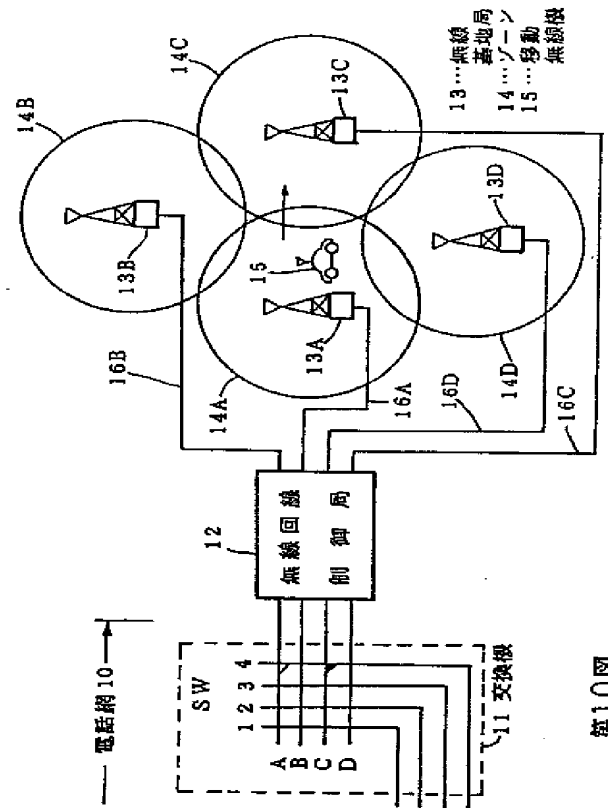
第8A図



第8B図



第9図



第10図